AUS DEM PHARMAKOLOGISCHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN
Vorstand: Professor Dr. F. Haffner

Zur chemischen Reizung nicht sensibler Gebilde

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin,
Chirurgie und Geburtshilfe
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von
Wilhelm Klug
aus Daber, Kr. Naugard

1936

BUCHDRUCKEREI DES TÜBINGER STUDENTENWERKS E. V.

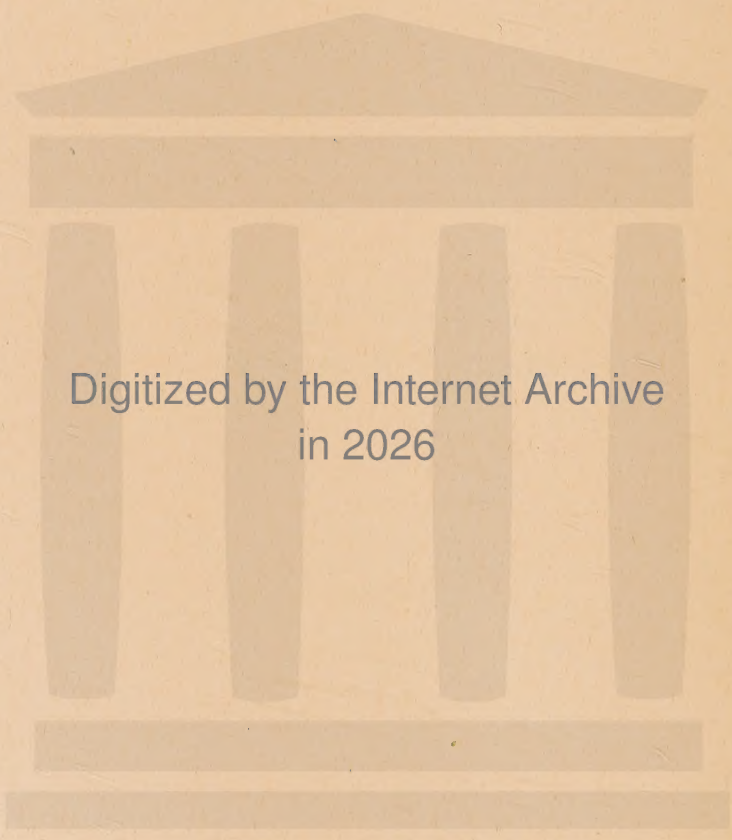
Zum Druck genehmigt von der Medizinischen Fakultät
der Universität Tübingen

Dekan: Professor Dr. Dold

Berichterstatter: Professor Dr. Haffner

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet


Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549601_0131

Zur chemischen Reizung nicht sensibler Gebilde

Vorausgehende Untersuchungen im Pharmakologischen Institut (vgl. Diss. von Langbein) hatten zu dem Ergebnis geführt, daß an den sensiblen Nervenendigungen der Froschpfote die allerverschiedenartigsten Agentien reizend wirken, nicht nur die allbekannten „Reizstoffe" wie Senföl, Ammoniak, Essigsäure, sondern auch alle Agentien, die eine Zerstörung des organischen Gewebes verursachen, andererseits auch alle untersuchten Narkotika und zwar durchweg bevor es zu einer Anästhesie kommt.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit sollte nun sein, an andern nicht sensiblen reizbaren Gebilden, wie Muskel und motorischem Nervenstamm zu untersuchen, ob hier eine ebenso allgemeine unspezifische Reizbarkeit vorliegt.

Es ist längst bekannt, doß grobe Verletzungen durch Schnitt oder Hitze und auch gewisse ätzende Einwirkungen an Muskeln oder motorischen Nerven Erregungen auszulösen vermögen. Es sind auch für einige Agentien, vor allem für Salze, diese Reizwirkungen etwas eingehender untersucht worden (vgl. z. B. die Arbeiten von Grützner), jedoch fehlen noch in den meisten Fällen Bestimmungen der Grenzkonzentration der Wirkungsstoffe und insbesondere auch Untersuchungen darüber ob ein Zusammenhang zwischen ihren reizenden und einer bei manchen Stoffen zu beobachtenden lähmenden Wirkung besteht. Die Untersuchungen wurden am ausgeschnittenen Froschrektum, am Froschgastroknemius und am Froschischiadicus vorgenommen.

I. Untersuchungen am Rektum

Die Ampulle des Froschrektums wurde vorsichtig herausgeschnitten, der Inhalt durch sanftes Ausstreichen entleert, beide Enden abgebunden und das Präparat in einem leicht auswechselbaren, 25—30 ccm fassenden Flüssigkeitsbade aufgehängt. Die Längenänderungen wurden durch einen Schreibhebel bei etwa zehnfacher Vergrößerung aufgezeichnet. Das Präparat erhielt durch Anhängen von Gewichten an dem Schreibhebel eine eben zur Streckung ausreichende Anfangsbelastung. Als normales Milieu diente die übliche Frosch-Ringerlösung.

Die Einwirkung der auf Reizwirkung zu untersuchenden Agentien geschah in der Regel so, daß das Glas mit der normalen Ringerlösung

gegen ein anderes, das Agens enthaltende Gefäß ausgetauscht wurde. Dabei tritt regelmäßig im Anschluß an den Wechsel und offensichtlich durch die dabei eintretende, vorübergehende stärkere Belastung des Präparats ausgelöst, eine mehr oder weniger starke Kontraktion des Rektums ein, die sich langsam wieder von selbst löst.

Als reizende Agentien benutzten wir hypertonische Salzlösungen, Alkali, höhere Temperatur und Senföl. Durch NaCl-Lösung in Konzentration von 0,6—20 % konnte weder bei längerer Einwirkung auf das ganze Präparat, noch bei stoßartiger Berührung des ganzen oder nur des untersten Teiles eine sichere Kontraktionswirkung ausgelöst werden. Zwar stellt sich der Schreibhebel bei Konzentration über 1,2 % fast sofort auf ein höheres Niveau ein, das nach längerer Ausspülung mit Ringerlösung wieder absinkt. Doch erfolgen keine eigentlichen Kontraktionen. Vorher bestehende Peristaltik hört bei Konzentrationen über 1,2 % während der Dauer der Einwirkung auf.

Alkalisierung der Ringerlösung und ebenso erhöhte Temperatur (ab 35° C) führten bei längerer Einwirkung ebenfalls zu einer fortschreitenden, allmählichen Tonisierung. Eine rasch einsetzende und vorübergehende Kontraktion konnte aber auch bei diesen Agentien nicht ausgelöst werden. Selbst auf 80° C erwärmte Ringerlösung ergab (bei kurz dauerndem Eintauchen) kein positives Ergebnis. Ebenso erwies sich Senföl als wirkungslos.

Die glatte Muskulatur des Darmes reagiert also nicht oder jedenfalls nicht leicht auf derartige unspezifische Reize mit einer ihrer rhythmischen Spontankontraktion entsprechenden Erregung.

II. Wirkung am Gastroknemius

Ueber die Einwirkung gewebsschädigender Substanzen liegen bereits zahlreiche Versuche vor (Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Bethe, Bergmann, 8. Bd., 1. Hälfte, S. 218), die alle zu demselben Ergebnis kommen, daß bei den verschiedenartigsten Einwirkungen, die zu einer Zerstörung der Zellmembran führen, der Muskel unter den Erscheinungen einer Dauerkontraktur (Säurestarre) abstirbt.

Da es bei unseren Untersuchungen darauf ankam, festzustellen, unter welchen Bedingungen eine physiologische reversible Kontraktion ausgelöst wird, so versuchten wir zunächst durch sehr kurz dauerndes Eintauchen des Muskels in eine Lösung solcher Kontraktur erzeugender Agentien oder durch eine lokal beschränkte Behandlung des Muskels (Eintauchen des untersten Drittels oder eines noch kleineren

Endes) eine solche physiologische Kontraktion des ganzen Muskels auszulösen.

Um eine gute Reaktionsfähigkeit des Präparates zu haben, ist es notwendig, möglichst frisch gefangene Frösche zu benutzen; Hungerfrösche zeigten regelmäßig eine schwächere und weniger sichere Ansprechbarkeit.

Der Gastroknemius wurde in üblicher Weise präpariert und unter schwacher Belastung in gleicher Art wie das Rektum aufgehängt, wobei die Achillessehne nach oben gerichtet und mit dem Schreibhebel verbunden war.

1. Wirkung der Temperatur:

Bei Dauereinwirkung auf den ganzen Muskel kommt es ab 40° C zu zu einer Dauerkontraktur; bei dünneren Muskeln liegt die Temperaturgrenze etwas niedriger. Bei ganz kurzer Behandlung des ganzen oder bei Eintauchen des unteren Muskels, wobei das Präparat wieder in kalte Ringerlösung zurückgebracht wird, kommt es ab 50° C zu Kontraktionen, die sich von selbst wieder lösen. Die Erschlaffung geht allerdings nicht vollkommen zurück; bei wiederholter Behandlung kommt es schließlich auch bei lokaler Einwirkung zu einer Dauerkontraktur. (s. Kurve 3 und 4, Seite 18).

Wird der Muskel durch halbstündige Vorbehandlung mit Urethan narkotisiert, so treten die kurzen Kontraktionen nur noch in sehr verminderter Stärke auf, die durch Eintauchen des ganzen Muskels ausgelöste Dauerkontraktur kommt dagegen in unveränderter Weise zustande. (s. Kurve 5 und 6, S. 19).

2. Wirkung von Alkohol:

Um durch Alkohol bei kurz dauernder und lokaler Behandlung überhaupt eine Kontraktion zu erhalten, mußte 96 % Alkohol angewandt werden. Die Kontraktion ging dabei auch bei kurzem Eintauchen des untersten Muskelteils nur sehr langsam und unvollständig zurück. Bei jedem weiteren Eintauchen vermehrte sich der Kontraktionsrückstand schließlich bis zur maximalen Kontraktur.

3. Wirkung von Chloroform:

Chloroform in reiner Form erwies sich als außerordentlich stark wirksam. Schon bei einer sehr kurz dauernden Berührung auch nur des alleruntersten Muskelendes kam es zu einer zwar nur allmählich an-

steigenden, aber maximal und dauerhaft werdenden Kontraktur. (Siehe Kurve 1 und 2, S. 17). Die Wirkung trat in unverminderter Weise auch am kuraresierten Muskel ein.

4. Wirkung von hypertonischer Kochsalzlösung:

Im Gegensatz zu den bisherigen Einwirkungen erwies sich die Wirkung hypertonischer Kochsalzlösung, deren Fähigkeit bei längerer Einwirkungen fibrilläre Zuckungen zu erzeugen bekannt ist, als auffallend gut reversibel.

Bei kurz dauerndem Eintauchen des ganzen oder eines Teiles des Muskels lassen sich typische, sofort einsetzende und wieder erschlaffende Kontraktionen auslösen. Der Reizeffekt läßt sich mehrfach hintereinander in ganz gleicher Weise an demselben Präparat auslösen. An Gastroknemien kuraresierter Frösche bleibt dagegen die Wirkung so gut wie vollständig aus. (S. Kurve 8, S. 20). Es kann daraus ersehen werden, daß es sich bei den hier beschriebenen NaCl-Wirkungen nicht um eine direkte Wirkung auf den Muskel, sondern vielmehr um eine Wirkung auf den motorischen Nerven handelt.

5. Wirkung von Acetylcholin:

Aehnlich wie NaCl verhielt sich Acetylcholin. Seine sehr starke Erregungswirkung ist bekannt. Auch hier beobachtet man, wie bei NaCl, regelmäßig äußerst starke fibrilläre Zuckungen. Ebenfalls bewirkt Kuraresierung eine starke Verminderung des Reizeffektes, besonders deutlich in Bezug auf die fibrillären Zuckungen. (vgl. Kurve 7 und 8, S. 20).

6. Wirkung von Fluornatrium:

3 % Fluornatrium bewirkte bei kurzem (5 Sekunden) völligem Eintauchen des Muskels eine sehr rasch eintretende starke Kontraktion, die beim Flüssigkeitswechsel sofort wieder zurückging. Jedoch entwickelte sich bei wiederholter Behandlung allmählich auch eine Dauerkontraktur.

Beim kuraresierten Präparat war die gleiche Konzentration nur noch angedeutet wirksam. Bei doppelter Konzentration kam es zu einer mehr dauerkontrakturähnlichen Wirkung. (vgl. Kurve 9 und 10, S. 20).

7. Senföleinwirkung:

Das sensibel so sehr stark reizende Senföl löst am Muskel (in einer Konzentration von ca. 3 Tropfen auf 100 ccm) bei keiner Art der Applikation weder bei totaler noch teilweiser Behandlung eine Erregung aus.

Tabelle 1.

Grenzkonzentrationen für Reizwirkung an dem motorischen Ischiadicusstamm.

Agentien	Grenzkonzentration	Zeitdauer der Einwirkung	mot. Erreg.	Lähmung gegen 9 % NaCl	Bemerkungen
Erwärmte	40—50 °	1 sec.	—	—	
Ringerlösung	65—70 °	1 sec.	++++	—	
Glyzerin	40 %	1 sec.	+	+	
		2 sec.	++	+	
Harnstoff	25 %	2½ min.	++	—	
NaCl	1,2 %	10 min.	+	—	Langanhaltende Wirkung öfters wiederhlb.
	9,0 %	30—45 sec.	++++	—	
Natr. sulf.	2,5 %	3 min.	++		Starke, krampfartige Kontraktion
Kal. chlor.	15—20 %	1½ min.	+	—	Nach Vorbehandlung mit 9 % NaCl-Lösung wirkt 3 % KCl ++++
	3 %	1—5 min.	—	+	
Calc. chlor.	15 %	1 min.	++		
Ammon. chlor.	3 %	45—60 sec.	++	—	krampfartige Zuckung
NaOH	0,1—0,2 %	45—60 sec.	++++	—	Stärkstes Agens. Ab 1 % schnell abtötend
Ammoniak	0,5—5 %	1—3 min.	—	+	Hebt auch nach NaCl gegeben die starken Zuckungen von 9 % NaCl glatt auf
Salzsäure	12,3 %	1 sec.	++	+	
Essigsäure	3 %	15—30 sec.	+	+	Hebt, wie Ammoniak, auch die schon eingetretenen Zuckungen raschestens auf.
Alhohol	10 %	5 min.	—	—	
	96 %		—	+	
Chloralhydrat	5 %	1—2 min.	—	+	
Chloroform	0,5 %	5 min.	—	+	
	unverdünnt	1 sec.	—	—	
Senföl	2 Tr. auf 100		—	—	

III. Wirkung am Ischiadicus

A. Nervenmuskelpräparat.

Das in üblicher Weise hergestellte Nervenmuskelpräparat wurde am Femurstumpf eingespannt, derart, daß der Ischiadicusstamm, dessen zentraler Stumpf durch ein mitausgeschnittenes Stückchen Wirbelsäule beschwert war senkrecht nach unten hing und so leicht in die reizende Lösung getaucht werden konnte. Der Reizeffekt wurde an der Beugung der Pfote oder dem Muskelspiel der Zehen beobachtet.

Zum Schutze gegen Austrocknung wurde das freihängende Nervenende mit einem Wattebäuschchen umkleidet, das durch wiederholte Beschickung mit Ringerlösung feucht gehalten wurde.

In Arbeiten, die sich mit Reizuntersuchungen am Nervenstamme beschäftigen findet man häufig die Angabe, daß der Nervenstamm peinlichst vor der Einwirkung des Froschhautsekrets geschützt werden müsse. Nach dieser Richtung von uns angestellte Untersuchungen, bei denen wir den Nerven mit einem Stückchen Haut umwickelten, ließen jedoch weder eine erregende noch eine lähmende Wirkung des Hautsekrets erkennen.

Durch Eintauchen des herabhängenden Ischiadicusstammes in die verschiedenen Lösungen wurden die Grenzkonzentrationen aufgesucht, bei denen ein Reizerfolg an den zugehörigen Muskeln beobachtet werden konnte.

Bei einem Teil der Agentien wurde ferner festgestellt, ob nach ihrer Einwirkung auf den Nervenstamm die normalerweise sicher und stark reizend wirkende 9 % NaCl - Lösung noch wirksam ist, oder ob der Nervenstamm gegenüber diesem chemischen Reiz durch die Vorbehandlung unerregbar geworden war. Bei diesen Versuchen wurde genauestens darauf geachtet, daß die zur Reizung verwendete NaCl - Lösung nur auf den Teil des Stammes zur Einwirkung gelangt, der der Vorbehandlung ausgesetzt war.

Bei der Auswahl der untersuchten Agentien wurde Wert darauf gelegt, Vertreter der verschiedensten chemischen Stoffgruppen zu untersuchen; darunter vor allem solche, wie das Senföl, deren sensible Reizwirkung besonders stark ist, ferner Narkotika, die imstande sind, Nervengewebe reversibel zu lähmen, um festzustellen, ob auch am Nervenstamm wie am sensiblen Ende der Lähmungswirkung regelmäßig eine Reizwirkung vorausgeht. Endlich wurden noch lebendes Gewebe zerstörende Einwirkungen angewandt.

Die Ergebnisse der Versuche sind in der Tabelle 1 (S. 9) zusammengestellt. Man sieht daraus, zunächst einmal, daß die bekannten sensibel

besonders stark reizenden Agentien wie Ammoniak, Senföl, am motorischen Nervenstamm ohne jede Reizwirkung sind. Weiter zeigt sich, daß die Narkotika in der eine sichere Anästhesie bewirkenden Konzentration ebenfalls keine motorische Erregung auszulösen vermögen. Endlich ergab sich noch, ganz unerwartet, daß auch Agentien, die eine Zerstörung des Gewebes herbeiführen, dabei keineswegs regelmäßig von einer „Reizung" begleitet sind.

Die einzige Einwirkung, die sehr lange anhaltende Reizerscheinungen auslöste, waren hypertonische Salzlösungen, z. B. NaCl. Ihre Wirkung erwies sich außerdem als ausgezeichnet reversibel.

Da, den wirksamen Salzkonzentrationen vergleichbare hypertonische Lösungen von Nichtelektrolyten, noch keine Reizwirkung hatten, muß man annehmen, daß es sich bei der Reizwirkung der hypertonischen Salzlösungen weniger um die Wirkung einer Hypertonie als solcher, als vielmehr um eine spezifische Wirkung der Ionen handelt.

In einer besonderen Versuchsreihe befaßten wir uns mit der Frage, ob gegenüber den Reizwirkungen hypertonischer Kochsalzlösungen eine Adaption des Reizobjektes der Fall ist. Bei genügend langer Einwirkung von NaCl - Lösungen, die zunächst zu sehr gleichmäßig anhaltenden Erregunserscheinungen der Muskulatur führen, beobachtet man regelmäßig nach einiger Zeit ein allmähliches Schwächerwerden und schließlich ein vollkommenes Aufhören. Bringt man einen so „gelähmten" Nervenstamm wieder in Ringerlösung, so treten erneut Zuckungen auf, die sich langsam verlieren. Andererseits führt aber auch Behandlung eines so „gelähmten" Nervenstammes mit einer wesentlich höheren NaCl - Konzentration zu Zuckungen. Der Grad der Lähmung ist also von dem angewandten Reiz abhängig.

Unsere weiteren Versuche, durch allmähliches Einschleichen ohne Reizerscheinungen den Nervenstamm schließlich an eine höhere, am normalen Nerven sicher wirksame NaCl - Konzentration zu gewöhnen, hatten nur teilweisen Erfolg. Es gelang wohl bei sehr langsamem und vorsichtigem Vorgehen (halbstündige Steigerung der Konzentration um 30 %) den Ischiadicus schließlich in einer 5 % NaCl - Lösung zu halten, ohne daß Erregungen auftraten. Höhere NaCl - Konzentrationen führten jedoch immer wieder zu Zuckungen.

Da die sicher wirkende Grenzkonzentration am normalen Stamm bei unseren Fröschen bei 1,5—2 % lag, so kann die Adaptionsfähigkeit des Ischiadicus in dieser Beziehung offenbar nur als eine beschränkte bezeichnet werden.

Wir kommen somit zu dem Schluß, daß eine physiologische Erregung des motorischen Nervenstammes nur durch spezifische Reize,

z. B. gewisse Ionen, zustande kommt. „Unspezifische" Reize bewirken bei rasch einsetzender Zerstörung des Gewebes eine kurz dauernde Erregung. Die Wirkung dieser „Verletzungsreize" kommt vielleicht nur durch den bei der Gewebszerstörung auftretenden Verletzungsstrom zustande.

B. Vergleich des zentripetalen und zentrifugalen Erfolges eines Reizes auf den Ischiadicusstamm.

Das starke Abweichen unserer Ergebnisse am Nervenstamm von den Beobachtungen bei sensibler Reizung der Froschpfote mußten die Frage aufwerfen lassen, ob diese Unterschiede dem motorischen System als solchem oder der Verschiedenheit von Nervenende und Nervenstamm zukommt. Wir verglichen daher gleichzeitig den Erfolg einer Reizung am motorischen und am sensiblen Anteil des Ischiadicusstammes.

Zu diesem Zweck wurden Frösche dezerebriert, der Ischiadicusstamm freigelegt und durch Umwickeln mit einem Wattestrang mit den verschiedensten Lösungen behandelt.

Aus der Beobachtung des zugehörigen Unterschenkels konnte der zentrifugale (motorische), aus der Beobachtung des anderen Beines und der oberen Extremität der zentripetale (sensible) Reizerfolg festgestellt werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 (S. 13) zusammengestellt.

Wie schon die einfache Uebersicht über die Tabelle ergibt, tritt häufiger der zentrifugale Erfolg als der zentripetale in Erscheinung.

Auf eine geringere Reizempfindlichkeit des sensiblen Stammes darf daraus noch nicht geschlossen werden, da ja der zentripetale Erfolg nur an der indirekten reflektorischen Reaktion beobachtet wurde. Infolge der höheren Empfindlichkeit der in den Reflexbogen eingeschalteten Ganglienzellen könnte es naturgemäß leicht zu einer Abschwächung des reflektorischen Reizerfolges gekommen sein.

Jedenfalls aber ist der motorische Stamm nicht weniger empfindlich als der sensible. Der Unterschied zwischen den Reizergebnissen am Stamm und am sensiblen Nervenende muß demnach aus der besonderen Struktur der sensiblen Aufnahmeapparate erklärt werden.

Tabelle 2.

Zentrifugaler und zentripetaler Reizerfolg bei Einwirkung auf den Nervenstamm.

Agentien	Konzentr.	Zeitdauer der Einwirkung	Erregung mot.	Erregung sens.
Wärme	65—70° C	1—3 sec.	++++	++
Rohrzucker	40 %	3 min.	—	—
Glycerin	40 %	3 min.	+	—
		4 min.	+++	—
Harnstoff	25 %	3 min.	+++	—
NaCl	9—20 %	5 min.	++++	—
Natr. sulf.	2,5 %	30 sec.	++	—
Kal. chlor.	15 %	8 min.	++	—
	30 %	1 min.	++	—
Calc. chlor.	40 %	1 min.	++++	—
	20 %	1 min.	+++	—
Ammon. chlor.	6 %	1 min.	++	++
	3 %	1 min.	++	—
NaOH	1,0 %	17 sec.	+++	++
	0,2 %	1 min.	+++	—
Ammoniak	0,5—5 %	bis 4 min.	—	—
Salzsäure	12,3 %	15 sec.	++++	++++
Essigsäure	5 %	1 min.	++	—
Alkohol	96 %	15—30 sec.	—	—
Chloralhydrat	5 %	2—4 min.	—	—
Chloroform	unverdünnt	bis $1\frac{1}{2}$ min.	—	—
Phenol	6 %	10—30 sec.	—	—
Formalin	40 %	1 min.	—	—
Sublimat	5 %	4 min.	—	—
Senföl	2—3 Tr. auf 100	4 min.	—	—

Zusammenfassung

Wenn auch die verschiedenen von uns benützten Versuchsobjekte gewisse Unterschiede zeigen, deren Bedeutung erst in eingehenderen Versuchen geklärt werden kann, so lassen sich doch wie ich glaube schon jetzt folgende allgemein für die chemische Reizbarkeit nicht sensibler Gebilde gültige Feststellungen machen:

Wegen ihrer starken „sensiblen Reizwirkung" allgemein als Reizstoffe bezeichnete Agentien können an anderen erregbaren aber nicht sensiblen Gebilden ohne jede Reizwirkung sein. Beispiel: Senföl. Ihre sensible Reizwirkung muß also mit einer bestimmten Struktur der sensiblen Empfangsapparate zusammenhängen.

Dasselbe gilt für eine Gruppe von Stoffen, z. B. alle Narkotika, die an nicht sensibeln Gebilden bei reversibler Einwirkung rein lähmend wirken, während sie am sensibeln Nervenende durchweg vor Eintritt der Lähmung reizen.

An nicht sensibeln Gebilden wirken sie als Reiz genau wie andere gewebsschädigende Agentien erst bei Einwirkungen, die rasch zu einer Zerstörung des Gewebes führen. Diese „Verletzungsreize" wirken wohl nur durch den bei ihrer Einwirkung ausgelösten Verletzungsstrom. In physiologischer Weise reizend erwiesen sich an nicht sensibeln Gebilden ausschließlich Neutralsalze, was wohl auch für eine zentrale Bedeutung der Ionen im Ablauf des physiologischen Erregungsprozesses spricht.

Lebenslauf

Am 27. 12. 1910 wurde ich in Degow, Kr. Kolberg, als Sohn des Baumeisters Robert Klug und seiner Ehefrau Elisabeth geb. Schmidt geboren. 1916 verzogen wir nach Daber Kr. Naugard, wo meine Eltern heute noch wohnen. Dort besuchte ich die Volksschule. Nach $7^1/_2$jährigem Besuch der Friedrich-Wilhelms-Schule in Stettin legte ich an dieser am 3. 3. 1930 meine Reifeprüfung ab.

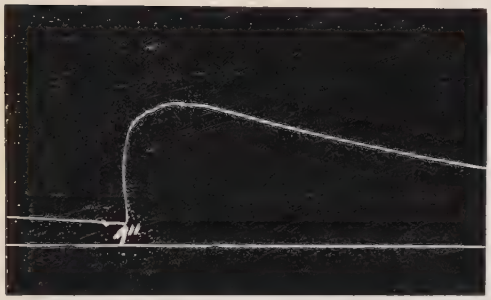
8 Semester studierte ich in Tübingen, und je eines in München, Wien und Rostock.

KURVENTAFELN

über Einwirkungen auf den isolierten Gastroknemius

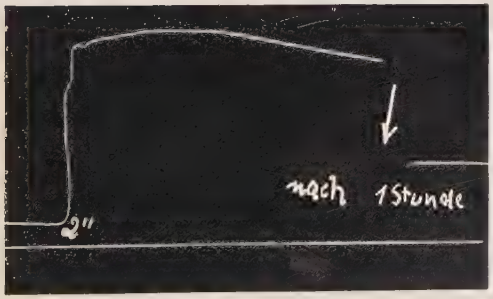
Chloroform (Unverdünnt)

Kurve 1



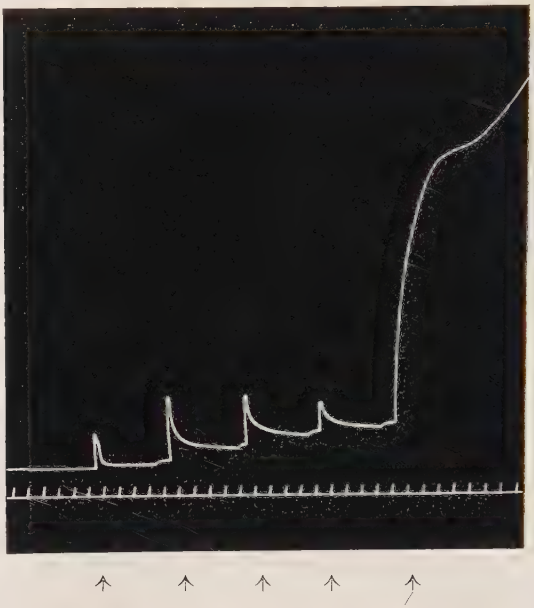
kaum berührt ↑

Kurve 2

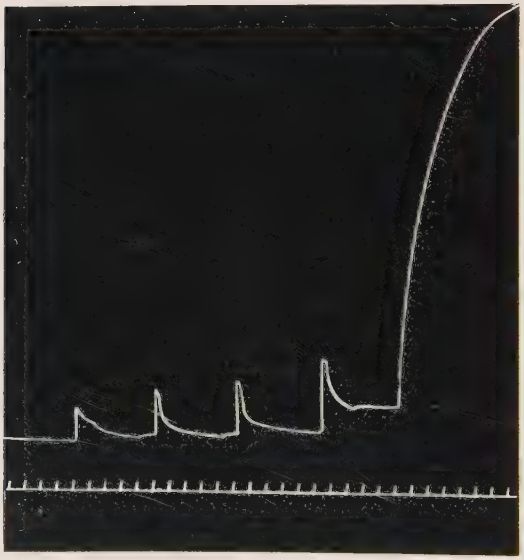


kaum berührt ↑

Wärme-Versuch (50—60° C) Nicht narkotisiert



Kurve 3



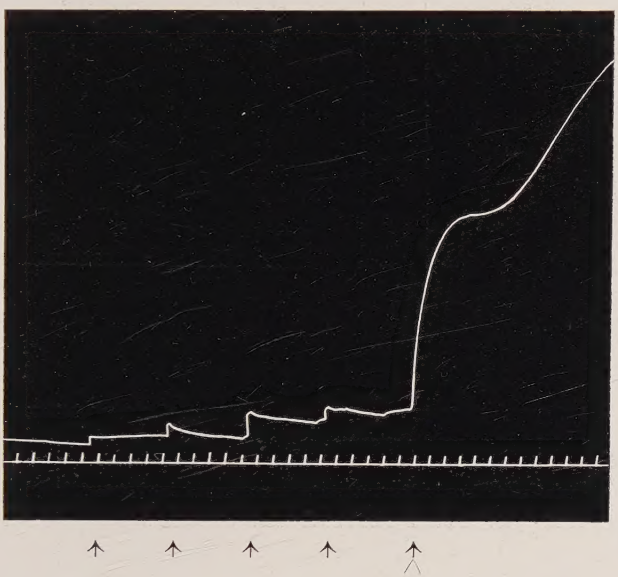
Kurve 4

↑ = 1 Sekunde ganz eingetaucht

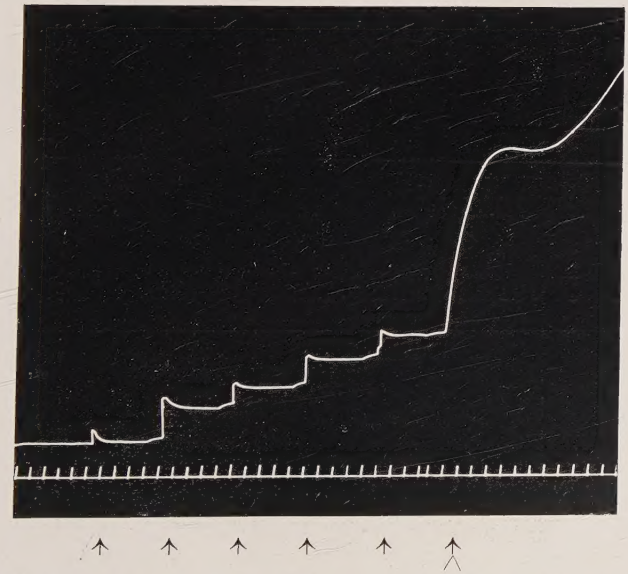
↑ = Dauer-eintauchung

Wärme-Versuch (50—60° C) ½ Stunde vorher mit Urethan narkotisiert

Kurve 5



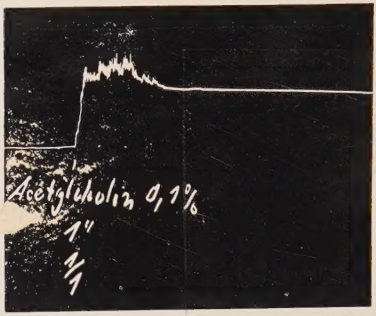
Kurve 6



↑ = 1 Sekunde ganz eingetaucht

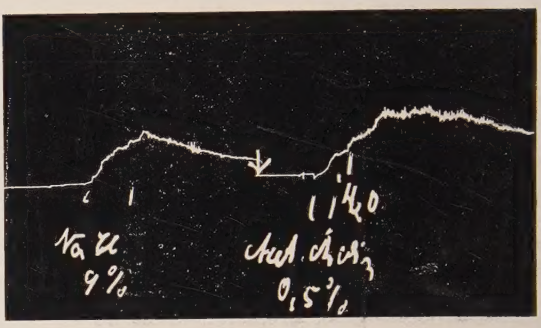
↑ = Dauereintauchung

Nicht kuraresiertes Präparat



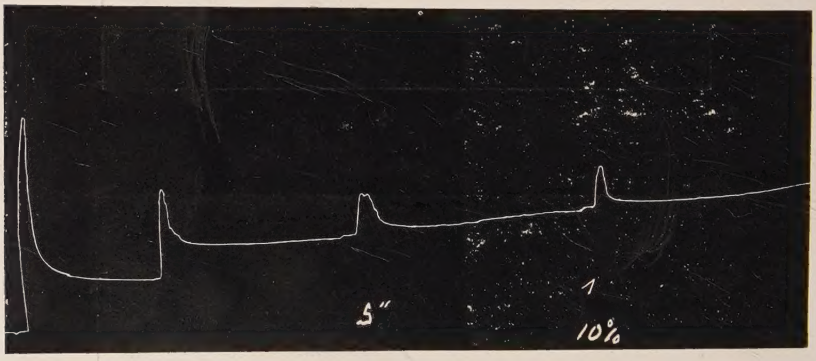
K.7 Acetylcholin 0,1 % 1 Sekunde ganz eingetaucht

Kuraresiertes Präparat



Acetylcholin 0,5 % und Na Cl 9 % je 5 Sekunden ganz eingetaucht K.8

Fluornatrium-Versuch Nicht kuraresiert



K. 9

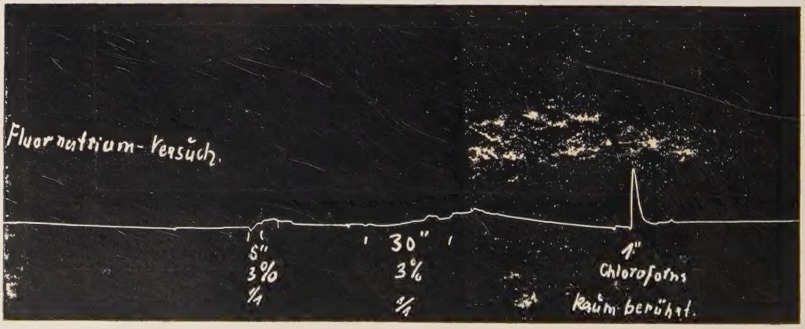
Fluornatrium 3 % 3 Sekund. ganz einget.

Fluornatrium 3 % 3 Sekund. halb einget.

Fluornatrium 3 % 5 Sekund. halb einget.

Fluornatrium 10 % 1 Sek. halb eingetaucht

Fluornatrium-Versuch Kuraresiert



K. 10